



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Derleme

Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarının ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı ve Bitkilendirilmesi

Gümüş Funda GÖKÇE^{a,*}, K.Pınar KIRKIK AYDEMİR^b, Pınar HASANOĞLU^a, Mustafa ÖZBAY^c

^a Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, Kaynaşlı MYO, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

^b Peyzaj Mimarlığı Bölümü Doktora öğrencisi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

^c İnşaat Mühendisliği Bölümü Lisans öğrencisi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: gumusfundagokce@duzce.edu.tr

ÖZET

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde katı atıklar genellikle yerleşim bölgelerinden uzak, açık alanlara gelişigüzel yığılarak uzaklaştırılmaktadır. Türkiye’de de uzun yıllardır katı atıkların uzaklaştırılmasında bu yol kullanılmaktadır. Kırsaldan kente göçün artmasıyla bir yandan göç edilen şehirlerdeki katı atık miktarı artarken, diğer yandan plansız kentleşmeyle çöp döküm sahaları yerleşim bölgelerinin içinde kalmıştır.

Çevreye olumsuz etkilerinin maksimum olduğu düzensiz olan açıkta depolama yönteminden en kısa zamanda vazgeçilerek, bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması için bu alanlarda peyzaj onarımı yapılmalıdır.

Bu alanlarda oluşan çevresel faktörler, zehirli gazlar, atık sular vb. alandaki bitkilerin yetişmesini direkt olarak etkileyebilir. Bitkilendirme esnasında karşılaşılabilecek bu tür sorunlar, alan için uygun bitki türlerinin dikkatli seçimiyle önlenir. Çöp alanı bitkilendirme planı ağırlıklı olarak ekolojik ve maddi olanaklara göre hazırlanmaktadır. Bu nedenle bu tür sahalar için zorluklara karşı koyabilen, kuraklığa dayanıklı ve sorunu olmayan odunsu ve otsu türlerin seçilmesi öncelikle düşünülmelidir.

Anahtar Kelimeler: Katı Atık Depolama, Düzensiz Depolama, Bitkilendirme, Peyzaj Onarımı

Plantation and Rehabilitation of Solid Waste Storage Areas and Open Dump Areas

ABSTRACT

Less developed and developing countries generally dispose of solid waste in a haphazard way at open areas which are usually far from residential zones. In Turkey also this method has been used for many years to dispose solid waste. Due to increasing migration from rural to urban areas, the amount of solid waste in the cities has been rising in addition unplanned urbanization caused these open dump areas to remain in the middle of residential zones.

The open dumping implementations, which are considered as the most primitive and environmentally damaging method of solid waste management, however, should be given up as soon as achievable, for mitigating the negative effects of open dumping implementations to the environment.

But some unwanted situations and environmental effect such as formation of toxic gases and damp waters can directly effect on developing of plants in this area. Those problems ought to be solved with choosing suitable plants during plantation period. Plantation projects of waste storage areas are very expensive and should be considered as ecological situations on ultimate benefits. For that reason, naturally strong species especially woody and non-woody plant materials could be choosen in order to ensure for plantation's success.

Keywords: Solid Waste Storage, Open Dump Areas, Plantation, Rehabilitation

I. GİRİŞ

KATI atık; üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri ve arıtma çamurunu, ifade eder.

Katı atık çeşitleri;

Katı atıklar genelde üç grupta incelenebilir. Bunlar,

- 1.Evsel Katı Atıklar (çöpler)
- 2.Endüstriyel Katı Atıklar
 - a.Evsel nitelikli katı atıklar
 - b.Evsel nitelikli olmayan katı atıklar
 - c.Zararlı ve tehlikeli katı atıklar
- 3-Arıtma Çamuru

1. Evsel Katı Atıklar

Bu tür katı atıkların miktarı için genel bir değer verilemez. Miktar halkın hayat standardına, yaşama alışkanlıklarına.İklime, çöp toplama sistemine göre değişir. Küçük şehirlerde çöplerin bir kısmı hayvan yemi veya gübre olarak kullanıldığından katı atık miktarı büyük şehir nüfusuna oranla daha az olur. Katı atık miktarı ülkelerin sıcak veya soğuk iklim bölgesinde olmasına göre de değişir.

Nüfus başına katı atık miktarı ABD'de 1,4 kg/N gün olurken, İstanbul için bu değer 0.67 kg/N gün olarak verilmektedir (1). Konya için ortalama katı atık miktarı (sanayi atıkları dahil) yaz ayları için 1 kg/N gün, kış ayları için 1,4 kg/N gün civarındadır. Katı atık miktarındaki değişiklikler, özellikle kış aylarındaki kül miktarı ile yaz aylarındaki çeşitli sebze ve meyve atıklarından ileri gelmektedir.

2.Endüstriyel Katı Atıklar

a.Evsel Nitelikli Katı Atıklar: Kantinlerden, işletme mutfaklarından ve bunların atıklarından ticarethane çöpleri ve ambalaj türü atıklardan oluşurlar.

b.Evsel Nitelikli Olmayan Katı Atıklar: Bunlar gıda, tekstil, otomobil, donanım, ağaç, kağıt ve baskı, deri ve kauçuk, cam, seramik, tuğla, metal, petrol sanayi gibi sanayi kollarından üretilen malzemelerden meydana gelen atık malzemelerdir. Bunların bir kısmı çeşitli yöntemlerle geri kazanılarak tekrar kullanılır.

c.Zararlı ve Tehlikeli Katı Atıklar: Tehlikeli atıklar, yaşayan organizmalar veya insan sağlığına zararlı maddelerden oluşan atık kombinezonları veya atıklar olarak tarif edilirler. Bu gibi atıkların yapısal özellikleri bozulmayarak, doğada sürekli olarak bulunarak zararlı ve öldürücü etkilere yol açabilirler. Bu tür atıklara örnek olarak, radyoaktif maddeler, kimyasal maddeler, biyolojik maddeler, yanabilir atıklar ve patlayıcılar verilebilir. Bu tür maddelerin her birinin depolama ve bertaraf etme sistemleri birbirlerinden çok farklıdır.

3.Arıtma Çamuru

Atık su teknolojisinin en önemli sorunlarından biri, arıtma tesisi en modern tesis bile olsa, bu tesislerde oluşan ve arıtmadan sonra ortada kalan, bertaraf edilmesi büyük bir sorun olan atık su çamurlarının düzenli ve sağlıklı bir şekilde bertaraf edilmesi sorunudur.

Ülkemizde atık su arıtma tesisi sayısı arttıkça da atık su arıtma çamurunun bertarafı sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurlarının büyük çoğunluğu çöp depolarına sahalarına dökülerek bertaraf edilmektedir. Fakat bu dökme işi gelişi güzel olmamalıdır. Bu şekilde çamurun yok edilebilmesi için, ya çamur suyunun alınarak kurutulmuş olarak tek başına depolanması ya da çöp veya katı atıklarla birlikte depolanması gerekir [1].

Vahşi Depolama; Katı atıkların rastgele dökülerek yeraltı ve yerüstü su kirliliği, toprak kirliliği, patlama ve yangın tehlikesi başta olmak üzere görüntü kirliliği, toz ve kötü koku yayılması gibi birçok çevresel soruna yol açan alanları,

Vahşi depolama alanlarının ıslahı; vahşi depolama alanlarının, tekniğine uygun şekilde çevresel risklerin minimum seviyeye indirilmesini sağlayan iyileştirme çalışmalarını,

Islah sonrası bakım ; iyileştirmesi tamamlanan depolama alanlarının orta ve uzun vadede kontrol edilmesini, varsa çevresel risklerin tespiti ve sonrasında bakımının yapılmasını, ifade eder.

II. GELİŞME

Vahşi Depolama Alanlarının Islahı

1. Ön Etüt Çalışmaları

Vahşi depolama alanlarının ıslahı ile öncelikle depo gazı kontrol altına alınarak atmosfere verilen emisyon azaltılır ve sızıntı suyu kontrol edilerek su rezervlerini kirlenmesi önlenir. Ayrıca toz, koku ve görüntü kirliliği ortadan kaldırılarak nihai olarak peyzajı yapıp alanın çevreye olan olumsuz etkileri minimize edilir.

Vahşi depolama alanlarının ıslahı çalışmasında öncelikli olarak mevcut durumun iyi analiz edilmesi maksadıyla alana ait tüm bilgi ve verilerin toplanması ve değerlendirilmesi gerekir. Bu çalışma kapsamında;

- Alanın durumu
- Alanın tarihçesi
- Alanın oluşturduğu kirliliğin boyutları

belirlenmelidir.

Alanın Durumu: Alana ait döküm öncesi ve hali hazır haritaları, alan ve çevresine ait fotoğraflar, çevredeki yerleşim yerlerine ilişkin bilgi temin edilmelidir.

Alanın Tarihçesi: Alanın hangi tarihte kullanılmaya başladığı, kaç yıldır atık döküldüğü, dökülen atığın kaynağı ve tipi, sahanın dolgu yükseklikleri belirlenmesi gerekmektedir.

Alanın Jeolojik ve Hidrojeolojik Yapısı: Vahşi depolama alanlarının çevreye olan etkilerinin tespitinde en önemli aşamalardan biri sahanın jeolojik ve hidrojeolojik yapısının belirlenmesidir. Sahanın jeoloji saha altında ve etrafındaki toprak kompozisyonu ve geçirimsizliğin bilinmesinde çok önemli rol oynar. Aynı zamanda hidrojeolojik veriler saha altı ve etrafında bulunan yer altı suyunun depo sahasından nasıl etkilendiği ve kirliliğin boyutlarının tespitinde önemlidir. Dolayısıyla bölgeye ait jeolojik ve hidrojeolojik etütlerin yapılması gereklidir.

2. Vahşi Depolama Alanı Islahı Proje Çalışmaları

Proje çalışmaları, yapılan ön etüt çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda gerçekleşir. Islah edilecek sahaya özgü projeler genel olarak aşağıdaki detayları içermelidir.

1. Saha dolum öncesi alanın durum planı
2. Nihai durum planı
3. Jeolojik ve hidrojeolojik etütler (Proje ara raporunda belirtilebilir.)
4. Depolanan atığın türü ve miktarı, sahaya ait fotoğraflar (Proje ara raporunda belirtilebilir)
5. Yüzey tesviyesi için kazı dolgu planı ve hesaplamaları
6. Yüzey suyu drenaj planı
7. Gaz yönetim sistemi planı
8. Üst geçirimsizlik planı
9. Yer altı suyu kontrol ve arıtma planı (Gerekliyse)
10. Menfez, yol ve baca tip detayları (Gerekliyse)
11. Peyzaj planı
12. Gözlem kuyuları ve kontrol planı

3. Vahşi Depolama Alanları Islah Uygulama Çalışmaları

Vahşi depolama alanlarının ıslahı ön etüt çalışmalarının ürünü olarak ortaya çıkan proje çalışmalarına göre yapılır. Alan bulunduğu konuma, jeolojik ve hidrojeolojik durumuna, çöp derinliğine ve oluşturduğu kirliliğin boyutuna göre farklı alternatif sistemlerle ıslah edilebilir. Depolama alanının ıslahında ilk önce üst yüzeyinin tesviye edilmesi ve sıkıştırılması gerekmektedir. Yüzeysel su akışına imkân veren depo yanal yüzeyi, şev stabilitesi korunacak şekilde eğimlendirilir. Bu eğim genellikle 1/4 mertebelerindedir.

Depolama sahalarının üstünün geçirimsizleştirilmesi, depo gövdesi ile atmosferik şartlarının bağıntı kesmek amacıyla yapılır. Geçirimsizlik örtü tabakası, minimum bakım gerektirecek, drenajın gerçekleşmesine olanak verecek ve örtünün erozyonunu minimize edecek şekilde inşa edilmelidir.

Depolama sahasının kapatılmasında son aşama nebati toprak tabakasının serilmesidir. Üst örtü tabakasının kalınlığı ekilecek bitki türüne göre değişmektedir. Mümkün olması halinde, gerek toz ve koku kontrolünün sağlanması gerekse de sahanın rehabilitasyonuna yardımcı olarak yeşillenmenin hızlanması amacıyla nebati toprak, kompost türü toprak ıslah edici malzemelerle karıştırılarak uygulanmalıdır.

Depo Gazı Toplama Sistemi

Depo gövdesinde atıkların biyolojik kısımlarının ayrışması sonucu oluşan depo gazının, depo yüzeyi kapatıldıktan sonra mutlaka depo gövdesinden toplanması gerekmektedir.

Depo üstünün kapatılması esnasında eş zamanlı olarak gaz toplama sistemleri de kurulmalıdır. Çöp derinliği 7m'den yüksek olan alanlarda dikey gaz kuyular açılmalıdır. 7 m'den düşük alanlarda yatay drenaj yapılabilir. Çapı yaklaşık 1m civarında olan gaz toplama kuyularının derinliği çöpün dolgu derinliğine bağlı olarak değişmekle birlikte depo kesit yüksekliğinin %70 oranında depo yüzeyinden içeri girmesi istenmektedir. Depo gövdesine yerleştirilecek olan gaz toplama bacalarının etki yarıçapı 50 m olmalıdır.

Açılan gaz toplama kuyusunun içerisinde filtre çakılı ve gaz toplama ve iletim için delikli boru bulunmalıdır. Kuyu içerisine yerleştirilen borunun son 1 metrelik kısmı deliksiz, depo gövdesi içerisinde kalan kısmı ise gaz geçişi için delikli olmalıdır.

Vahşi depolama sahasından toplanan gazı aktif ya da pasif şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Genç ve büyük alanlarda etkin olması halinde depo gazı enerjiye dönüştürülebilir. Bunun mümkün olmadığı hallerde, gaz bacalarından toplanan gazın meşale (flare) de yakılması gerekir.

Yüzey Suyu Kontrolü

Islahı tamamlanmış sahanın depo gövdesi ve çevresine gelen yağmur sularının drene edilmesi gerekmektedir. Yüzeysel su drenajı için saha etrafına yüzeysel akışa geçen suyun toplanacağı kafa hendekleri açılması zorunludur. Açılan kafa hendekleri, meteorolojik verilerden yararlanarak yüzeysel akışa geçecek su miktar hesaplanarak boyutlandırılmalıdır. Yüzeysel sular herhangi bir kirlenmeye maruz kalmadığından direkt olarak alıcı ortama verilmesi mümkündür.

Yeraltı Suyu Kontrolü

Uygun noktalara açılacak gözlem kuyularından alınan numunelerle yer altı suyunun kirlenip kirlenmediği tespit edilmelidir. Kirlilik oluşması durumunda uygun ve ekonomik çözümler projelendirilmelidir.

4. Islah Edilen Sahanın Bakım ve Kontrolü

Depolama sahasının kapatma sonrası bakım işlemleri, saha koşullarının izlenmesi, bilgi toplanması ve toplanan bilginin değerlendirilmesi sürecini oluşturmaktadır. Depolama sahaları kapatıldıktan sonra çevresel risklerin halen devam edip etmediğinin kontrolü mutlaka yapılmalıdır.

Islah edilmiş depolama sahalarının bakım ve kontrolü belirli sıklıklarda yapılmalıdır (Tablo 1) [2].

Tablo 1. Kapatılan vahşi depolama alanlarının bakım ve kontrol periyotları [2]

Kontrol Noktası	Kontrol Sıklığı	Potansiyel Problemler
Üst Örtü	Yılda bir defa ve şiddetli yağış sonrasında	Toprak yüzeyinde erozyon, aşınma
Yüzey Drenajı	Yılda dört defa ve şiddetli yağış sonrasında	Yüzey drenaj tabakasında toprağın birikimi, dren borularının kontrolü
Depo Gazı İzleme	Düzenli	Koku, kırılan gaz bacaları, kompresör ve flare ekipmanları
Bitki Örtüsü	Yılda dört defa	Canlılık seviyesi
Yer altı suyu İzleme	Yılda iki defa	Yer altı suyu kirliliği

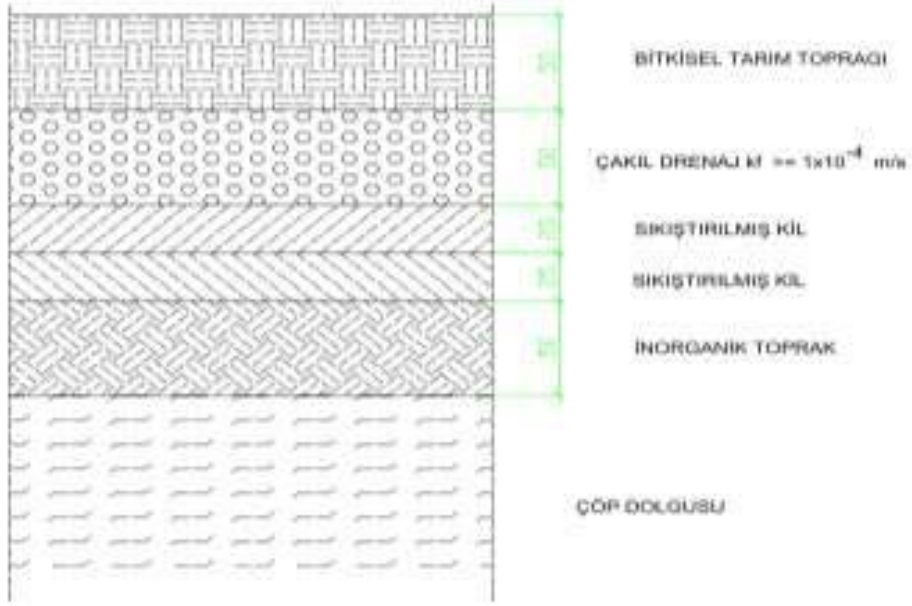
Düzenli Depolama Tesisinin Kapatılması ve Üst Örtü Teşkili

Atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra depolama alanında üst örtü teşkil edilmeden önce, alan normal kazı toprağı örtüsü ile tesviye edilir. Kapatma işlemine başlamadan önce; atıkların veya sahanın kayma ve çökme riskine karşı depolanan atık kütlelerinin yeterince oturduğu tespit edilir.

Düzenli depolama tesisi sınıflarına göre, tesisin kurulduğu bölgenin yağış özelliklerinden dolayı kapatma sonrası süreçte sızıntı suyunun oluşumunun engellenmesi ve depoda oluşacak gazların toplanması için depo üst örtüsü asgari aşağıda verilen şartları sağlayacak şekilde teşkil edilir:

- Yalnızca gaz oluşumu beklenen II. sınıf düzenli depolama tesislerinde; depo gazlarının oluşturacağı potansiyel risklerin engellenmesi amacıyla gaz drenaj katmanı inşa edilir.
- Yapay geçirimsizlik kaplamasının I. sınıf düzenli depolama tesislerinde uygulanması mecburidir.
- Mineral geçirimsizlik tabakası en az 25 cm kalınlığında iki tabaka halinde (toplamda 50 cm.) uygulanır. Drenaj tabakasının en az 50 cm kalınlığında olması ve en az $K \geq 1.0 \times 10^{-4}$ m/s geçirgenliğe sahip olması gerekir.
- Üst örtü toprağı daha sonradan bitkilerin yetiştirilmesini sağlayabilecek şekilde yetiştirilecek bitki türüne bağlı olarak en az 50 cm kalınlığında olması gerekir. III. sınıf düzenli depolama tesisleri için bu hükümler uygulanmamakla birlikte bu sahalarda atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra sahanın üstünün kapatılması ve yeşillendirilmesi zorunludur.

Kapanan düzenli depolama tesislerinde 15-20 yıllık bir süreç sonunda toplam atık dolgusu yüksekliğinin ~%30'una varan oranlarda oturma gözlenebilir. Söz konusu oturmaların hız ve büyüklüğünün, depolanan atık özelliklerinin çok heterojen oluşu dolayısıyla, tahmini son derece güçtür.



Şekil 1: Tipik Saha Üst Örtü Kesiti

Resim 1 : Kapatma Sonrası Bitkilendirme Çalışmaları



Bitkisel toprak tabakasının oluşturulması ile alt tabakaları mekanik, meteorolojik ve diğer etkilerden korumak ve üzerindeki bitkiler ile erozyonu azaltmak amaçlanmaktadır. Bu tabakanın ve uygulanacak inşaatın detayı; uygun malzemenin kolay temin edilebilirliği ile planlanan kullanım (kapatma sonrası) amacına (yeşil alan, spor sahası sera vb.) göre değişir. Atık depolama sahasının üzeri bitkisel toprakla kapatılmadan önce depo gazına dirençli uygun bitki türlerinin tespiti için yerinde bitki denemeleri gerekebilir.

Bitkisel toprak tabakası teşkili ve tohum hazırlama, süreklilik arz edecek şekilde yürütülmelidir. İlk ekim (bitkilendirme) döneminde erozyondan korunmak için, dayanıklı ve hızlı büyüyen çim türleri kullanılmalıdır. Çim ekimi, şiddetli rüzgar ve yağış altında yapılmamalı, uygun hava şartları beklenmelidir. Hızlı büyüyen çim tabakası geliştikten sonra diğer sığ köklü bitkilerin (ağaç türleri) ekimine geçilmelidir.

Resim 2 : Kapatılmış Düzenli Depolama Sahası (Saha Yeşillendirme Çalışmaları)



Çalışma Alanının Bitkilendirilmesi

Kapatılarak rehabilitasyonu sağlanacak katı atık toplama alanları birçok amaçla kullanılabilir uygun çevre koşullarına sahip geniş arazi yüzeyleri oluşturmalarına rağmen en yaygın kullanımları bitki yetiştirmek sureti ile olmaktadır. Bitkilerin bu alanların sahip olduğu özel yaşam şartlarında hayatta kalabilmelerini sağlamak için sahayı düzenleyen/ planlayan kişilerin sahanın bitkilendirilmesinde, kullanılacak türleri seçerken bilgili olmaları, dikkatli ve özenli çalışmaları gerekir. Alanın bitkilendirilmesinde özellikle erozyonu önleme açısından yüzey toprakları bağlanması, yüzeyden suyun buharlaşmasını kolaylaştırıcı düzenlemelerin yapılması, son kullanım için alanın çekiciliğinin artırılması önemlidir. Bu alanların yeniden bitkilendirilmesinde uygun bitki materyalinin seçimi ile ilgili genel kurallar vermek mümkün değildir. Çünkü her bölge farklı bitki türleri için değişik çevre ve iklim şartlarına sahiptir. Bu sahalarda kullanılacak bitkisel materyal özellikle bu bölgeye adapte olmuş türler olmalıdır. Bu durum en kolay olarak bitki materyalinin ve tohumlarının yakın çevreden alınması suretiyle sağlanabilir.

Alanın öngörülen en son kullanım şekli, bitki malzemesi seçiminde önemli rol oynar. Eğer alan doğal bitki örtüsüne sahip bir alana dönüştürülecekse erozyon kontrolü önemlidir. Meyil bitkilendirilmesi için uygun olan bitkilerin mümkün olduğu ölçüde yöresel iklim özelliklerine dayanıklı türlerin kullanılmasına çalışılmalıdır. Eğer bu bölgeler rekreasyonel veya çok yönlü kullanımlar için değerlendirilmesi düşünülmüyorsa, tasarımcılar öncelikle bu alanları etrafındaki doğal alanla kaynaştırmak için çaba göstermelidirler. Bu doğal türlerin dikilmesini gerektirir.

Alanda kullanılması planlanan bitkisel materyalin sağlıklı kullanımının sağlanması için, seçilecek bitkilerin yöresel iklim özelliklerine uygunluğu ve alanın toprak yapısı dikkatlice gözden geçirilmelidir.

Sorunlu alanlarda bitkilendirme işlemlerinin başarılı bir şekilde yapılabilmesinde, daha önce benzer alanlarda yapılan araştırma ve uygulamalardan elde edilen tecrübeler önemli olabilmektedir. Bu tecrübeler ışığında;

- Çürüyebilir, bozulabilir atıkların yer almadığı bölgelerde bitkilendirmenin gerçekleştirilmesi,
- Ağaçların kompost veya yavaş bozulan gübrelere doldurulmuş yerlerde geliştirilmesi,
- Derin köklü olan ağaç türlerinin kullanılmaması,
- Nem kaybını önlemek için bitkilerin sıvı anti-dessicantlara daldırılması,
- Alanların derin tabakalara kadar inert atıklarla doldurulması,

bitkilendirme de başarı oranının artmasına yardımcı olabilir.

Bitkilerin gelişmesi için önemli bir element olan azot, bazı örtü bitkileri tarafından örneğin; soya fasulyesi (*Glycine soja Sieb*), yonca (*Medicago L*), üçgül (*Trifolium sp.*) ve fiğ (*Vicia L*) gibi baklagiller tarafından toprağa bağlanabilir. Uygun şekilde kullanılmış her baklagil, 0,40 ha alana yaklaşık 45 -68 kg azot ekleyebilir. Bu miktardaki azot, yaklaşık 10-15 ton hayvan gübresine eşit etki yapabilir.

Örtü bitkisi olarak çöp depolama alanlarında kullanılabilir bazı türlerin listesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çöp depolama alanlarında kullanılacak örtü bitki türleri [3]

Latince Adı	Türkçe Adı
Astragalus hamosus	Kancalı geven
Lotus ornithopodioides	Kuşayağı gazalboynuzu
Medicago disciformis	Kancavari yonca
Medicago lupulina	Şerbetçiotu yoncası
Onobrycis viciaefolia	Korunga
Sarothamnus scoparius	Süpürge çalısı
Trifolium campestre	İri kır üçgülü
Trifolium arvense	Kır üçgülü
Trifolium lappaceum	Pıtraksı üçgül
Vicia ervilia	Burçak
Vicia hirsuta	Kabatüylü fiğ

Erozyonun kontrol edilmesi için, eğim uzunluğunun belli dereceyi aşması durumunda, çapraz olarak dağıtıcı kanallar açılarak erozyon kontrolü sağlanabilir. Ayrıca, rüzgar kıranlar yardımı ile de erozyon belli derecede önlenir.

Çöplük alanları gibi ekstrem durum gösteren sorunlu alanların bitkilendirilmesinde odunsu türler kullanılabilir. Fakat bunların büyüme oranı, ağaç büyüklüğü, kök derinliği, suya karşı toleransı, mikoriza mantarları ve hastalıklara direnci göz önüne alınmalıdır. Zira bu alanlara yavaş büyüyen türler hızlı büyüyen türlere göre daha kolay adapte olabilirler. Sınırlayıcı faktör olarak, nem miktarına bağlı olarak yavaş büyüyen türler daha iyi dayanırlar. Bir metrenin altında boylanan ağaçlar, yüzeye daha yakın kök geliştirdiklerinden, toprağın alt katmanlarında yer alan gazla temasını önlerler. Fakat sık kök yapan türler daha sık sulama gerektirirler. Doğal olarak sık kök sitemine sahip ağaçlar bu alanların özelliklerine daha iyi adapte olurlar ve daha çok sulama gerektirirler[3].

Düzenli depolama örtüsü olarak kullanmak için en iyi topraklar killi balçık olanlardır. Fakat sızıntıyı düşürmek için gerekli olan yüksek kil düzeyi, bitki gelişmesi için bir problem oluşturur. Ağır kil içeren topraklar, toprak parçacıkları ile alçak hava kapasitesi arasında sınırlı gözenek boşluklarına sahiptirler. Killi toprak ayrıca nem absorbe etme yönünden zayıf olduklarından çözünebilir gübrelerin uygulanmasını çok pahalı ve zor hale getirirler. Burada geçirimsizlik ile erozyonu azaltmak için gerekli olan bitki arasındaki çok büyük uyumsuzluğun bilinmesi ve dikkate alınması gerekir.

Killi toprakları, bitki gelişmesini desteklemeleri için daha gözenekli ve gevşek hale getirebilmek amacıyla toprak düzenleyiciler geliştirilmiştir. En iyi ve ucuz toprak düzenleyiciler gübre veya çürümekte olan organik maddelerdir. Büyük miktarlardaki yaprak ve çim kırıkları düzenli depolama alanına taşındıklarında ucuz ve bol bir kaynak sağlarlar. Bunlar düzenli depolamanın ayrı bir yerinde yığınlarla biriktirilmeli ve örtü malzemesi yerleştirildikten sonra üstüne yayılmalıdır. Sentetik organiklere göre en önemli avantajı daha çabuk etkili olmalarıdır. Fakat, pahalı olma eğilimindedirler ve düzenli depolama alanında uygun organik malzemedan bol miktarda bulunduruluyorsa, başka toprak düzenleyiciler aramak gereksizdir. Toprak düzenleyiciyi önce geliştirip daha sonra örtü malzemesinin üstüne yaymak avantajlıdır.

Örtü bitkileri olarak adlandırılan bazı bitkileri, sadece toprağın tekstürünü, organik içeriğini ve verimliliğini arttırmak için yetiştirmek ve bu toprağı sürmek yaygın bir tarımsal eğilimdir. Bu eğilim de fakir toprakları iyileştirmek için kullanılan en ucuz yöntemlerden birisidir.

Verimliliği arttırmak açısından bakıldığında, en iyi örtü bitkileri soya fasulyesi (*Glycine soja* Sieb), yonca (*Medicago* L), üçgül (*Trifolium* sp.) ve fiğ (*Vicia* L) gibi baklagillerdir, çünkü bunlar bitki büyümesi için gerekli olan azotu oluşturma yeteneğine sahiptirler. Büyüme safhasının uygun aşamalarında sürülmüş ve iyi yetiştirilmiş baklagillerden bir ürün, toprağa her 0,40 ha için 45,5-68,1 kg gerçek azot ekler. Bu da 10-15 ton iyi hayvan gübresine eşittir. Düşük verimlilikteki topraklar için örtü bitkileri kullanılması düşünülürse, ilk gelişmeye yardımcı olmak için ticari gübrelerin eklenmesi genellikle gereklidir.

Birçok örtü bitkisi çabuk büyüme avantajına sahiptirler. Acil bitkisel destek olmadığı takdirde erozyonun oluşabileceği yamaçlarda hızlı büyüyen örtü (aynı zamanda öncü) bitkiler iyi bir önlemdir.

Eğimli ortamların bitkilendirilmesinde yararlanılan önemli bazı öncü bitkilerden bu amaçla yararlanmak gerekmektedir. Çalışma alanı için öncü bitkilerin seçilmesinde var olan bozunuma uğramış alanlara ilk yerleşen türler yakın çevrede gözlenmelidir. Eğimli ortamlarda kullanılacak öncü bitkilerin en önemli özellikleri şunlardır:

1. Ön güvenlik yönünden önemli özellikler; fazla tohum bağlama, kötü ortamlarda da ve çabuk çimlenebilme, yüksek çimlenme gücü, yüksek rejenerasyon yeteneği,
2. Genç öncü bitki dokusu ile ilgili özellikler; sıkı, havasız bünyelerde de çabuk ve sağlam köklenebilme, çok sayıda tutunucu kılcal kök ve rizom teşkil edebilme, kuvvetli bir kök sistemi ve bol sürgün teşkili, pek çabuk yayılma ve zemin kaplama,
3. Gelişmiş öncü bitkilerle ilgili özellikler; fazla ve mümkün olduğu kadar erken su kullanma, mevsimin ilerlemesi ve yaşlanma ile ters orantılı olarak su ihtiyacının azalması ve kurağa giderek artan dayanıklılık, diğer türlerle ekolojik olarak kolayca uyuşabilme, çabuk ve seyrek bünyeli gelişme, gölge teşkil edebilme ve toprağı kapama, fazla ve kolayca ayrışabilir bitkisel artık teşkili, kök nodoziteleri ile kökleri azot yönünden zenginleştirme.

Sorunlu alanlarda örtü bitkiler köklenmeye, tohumlar çimlenmeye başlayana kadar koruma amacıyla, malçlama yapılabilir. Malç çözünmeye başladığında, kök sistemi öne çıkar ve erken stabilite sağlar. Daha sonra örtü bitkileri toprak kalitesini iyileştirmek için sürülebilir ve son kullanıma daha uygun bitkiler alanda yetiştirilebilir.

Bitkisel türlerin seçimi konusunda alanda doğal yetişen türlerden faydalanmak gerekmektedir.

Düzensiz depolamanın peyzaj onarımında bitkilendirme dikkatli planlanmalıdır. Alanın gelecekteki estetiği belki de genel olarak düzenli veya düzensiz depolama işlemlerinde çok büyük önem taşır. Bu aşamada açıkça görülebilir ki, eğer alan düzenlemenin her aşaması dikkatli olarak hesaplanıp gerçekleştirilmezse, bazı doğal olaylar alanın güvenli ve etkili bir değerlendirme alanı olarak değerini düşürür. Bitkilendirme de bu kurala dahildir. Dikkatli bitkilendirme, son alan kullanımının şu önemli özelliklerini korumaya yardımcı olur. Bunlar:

- Erozyonu önlemek açısından, yüzey topraklarını bağlamak,
- Buharlaşmayı artırmak,
- Son kullanım için çekiciliği artırmaktır.

Örtü malzemesi için bitki seçmek, değişik alanlarda peyzaj geliştirmek için uygun malzeme seçmeye benzer. Bazı bitkiler düzenli depolamaya özgü olsa bile gelişmeleri sırasında genel olarak, metan gazı üretiminin kök yapıları çevresinde birikmesi ile havasız kalarak, zararlanabilmektedir. Bu problem erozyonu önlemek için doğal bir seçim olarak yanal kök sistemlerine sahip bitkilerin seçimiyle önlenir. Uygun bitkilerin seçimi için şu kriterlere dikkat etmek gerekir:

1. Alanın iklim ve toprak koşulları tanımlanmalı,
2. Alanın iklim ve toprak koşullarına uygun bitkiler tanımlanmalı,
3. Son alan kullanımı ve yamaçlarda erozyon kontrolü için perdeleme amaçlarını yerine getirebilmek için, bu amaçlara uygun ağaç, çalı veya örtü malzemesi gibi bitkilerin listesi oluşturulmalıdır.

Bir bitki malzemesinin herhangi bir alana uygunluğu, bir arada ele alındığında dayanıklılığın ölçüleri olan birkaç faktör söz konusudur. Dayanıklılık şu üç konuya doğrudan bağlıdır: toprak, yağış miktarı, sıcaklık. En önemli nokta seçilen bitki malzemesinin depolamanın gerçekleştirildiği bölgedeki iklim kuşağına dayanıklı olmasıdır. Dolayısıyla bitki malzemesinin içinde gelişeceği iklime uygun olarak seçilmesi çok önemlidir. Ayrıca bitki malzemesinin, alanın özel toprak koşullarına uygun olarak seçilmesi de gereklidir. Bununla beraber, depolamada bitkilendirme oluşturabilmek için genelde bir ön toprak hazırlama işlemi gerçekleştirilir. Aynı zamanda bitkilendirme oluşturulduktan sonra toprak bakımının en aza indirilmesi veya ortadan kaldırılması daha da fazla arzu edilir.

Bitki seçiminde sıcaklık üç faktör içinde en kritik olanıdır. Bundan dolayı, yıllık sıcaklık ortalamalarına dayanılarak bitki listesi oluşturulabilir. Toprak ve yağmur şartları son seçimde önemli bir rol oynarlar; fakat basit bir dayanıklılık haritası, iklim veya dayanıklılık bölgelerine uygun sınıflarda seçim yapmak yararlıdır.

Depolama için amaçlanan son kullanım ne olursa olsun; bir bitkilendirme planının asıl amacı, eğimli bölgelerdeki erozyonu kontrol etmek olmalıdır. Bu da erozyon kuvvetlerinin toprak partiküllerini sürükleyip götürmesini ve son örtüde çöp hücrelerine doğru çukurlar, kanalcıklar açmasını önler. Eğim uzunluğunun 60,95 m'yi aştığı yerlerde erozyon, eğimin yönüne çapraz olarak açılacak dağıtıcı kanallarla kontrol edilmelidir. Dağıtıcı kanallar, yüzey akımının şiddetini azaltmaya ve sürüklenmeyi güvenli bir çıkışa yöneltmeye yardımcı olurlar. Sürüklenmeler için yapılan merkezi kanallar, dağıtıcı kanallar, kendileri de erozyon tarafından tahrip edilebilirler ve maksimum korumayı sağlamak için kendilerinin de dikkatli bir şekilde bitkilendirilmeleri gerekir.

Şiddetli erozyon riskinin tanımlanabildiği bölgelerde, hızlı korunmayı sağlamak amacıyla, daha kalıcı bitki türlerinin tesis edilmesi gerekmektedir.

Toprağın rüzgar erozyonuna karşı hassasiyetini etkileyen faktörleri; rüzgarın yönü, şiddeti ve süresi olarak belirtmiştir. Sürekli rüzgarlara açık olan eğimlerde bitkilendirme genellikle daha güçtür. Bir ağaç perdelemesi varsa, bu problemi belli bir ölçüde azaltabilir. Eğer koruma sağlamak için hiç ağaç yoksa şiddetli erozyonu önlemek için rüzgar kıranlar kullanılabilir. Ağaçların rüzgarı kesme etkilerinin, rüzgarı görmeyen taraflarda yüksekliklerinin yirmi katına kadar uzandığı görülmüştür. Rüzgar kıranların toz ve çöp problemlerini azaltmada çeşitli avantajları vardır. Rüzgar kıranlar, herdemyeşil veya yaprak döken ağaçlardan bir sıra olabilir. Rüzgar kıran etkisi bitki sıraları çoğaldıkça, daha da artar.

Depolamanın yüzeyinde yağmur birikintileri oluşur ve bunlar su erozyonu ile aşınabilir malzemeyi sürükleyip götürürler. Yüzey akımı sürecinde, daha fazla toprak partikülleri sürüklenip götürülür. Bu akımın toprak yüzeyinde kanallarda oluşmasına göre bu erozyon, yüzey ve kanalcık erozyonu olarak adlandırılır. Bitkiler, su erozyonunu önlemek üzere en az üç şekilde kullanılabilir:

- Yapraklar ve dallar yağmur damlalarının düşüş hızını azaltır.
- Saçak kökler toprak partiküllerini tutarlar,

- Düşen yapraklar ve ölü bitkilerin artıkları toprağın organik içeriğini artırır ve erozyonu azaltırlar.

Yüzey ve kanal erozyonları, toprağa bütün yönlerde yayılan ve böylece toprak partiküllerinin akıp gitmeye karşı bağlayan, yaygın saçak kökleri olan bitkilerle çok iyi kontrol edilir. Bu yönden burçaklar oldukça iyidir, çünkü çabuk gelişirler ve yeni gelişmekte olan fidelerin erozyon yapıcı kuvvetlerle sürüklenip gitmesini önlerler. Çabuk büyüme de erozyon kontrolü için önemlidir.

Alanın öngörülen son kullanımı da son bitki malzemesi seçiminde önemli rol oynar. Eğer alan doğal bitki örtüsüne sahip bir alana dönüştürülecekse, asıl ilgilenilen nokta erozyon kontrollüdür. Eğim bitkilendirmesi için uygun olan bitkiler kullanılabilir ve mümkün olduğu ölçüde yöresel iklim özelliklerine dayanıklı yöresel türlerin kullanılmasına çalışılmalıdır. Diğer yandan, eğer alanın rekreasyon için kullanılması planlanıyorsa, bazı ek ihtiyaçların ortaya çıkması doğaldır. Bunlar:

- Yer örtüsünün yoğun yaya trafiğine dayanıklı olması,
- Gölgeleme amacıyla ağaç ve çalılıkların olmaları (İyi gölge ağaçlarının olması),
- Yaralanmaları önlemek amacıyla dikensiz ağaç ve çalılıkların olması,
- Hareketi kontrol etmek amacıyla bazı bölgelerde dikenli ağaç ve çalılıkların olmasıdır.

İyileştirilmiş toprakta bitkilendirmeye ilişkin bilgiler araştırma ve tecrübelerin sonucunda gelişmekte ve başarılı bitkilendirmenin ölçütleri standart hale gelmektedir. Bu ölçütlerden bazıları :

- a. Derin kökleri olan ağaç türlerinin kullanılmaması (Örneğin; *Quercus sp.* (meşe))
- b. Bitkilendirilecek alanların derin tabakalara kadar stabil kalacak bir şekilde inorganik atıklarla doldurulması,
- c. Bitkilendirmeyi, çürüyebilir, bozuşabilir atıkların yer almadığı bölgelerde veya iç hücre duvarları boyunca gerçekleştirmek,
- d. Aşırı nem kaybını önlemek için kökleri sıvı (kurutucu olmayan) maddelere daldırmak,
- e. Her ağacı, önceden kompost ve yavaş bozunan gübrelere doldurulmuş çukurlar içinde geliştirmek.

Düzenli depolama alan şartlarına odunsu bitkilerin toleransı Tablo 3'de görülmektedir.

A. Düzenli depolama alanının toleranslı türleri	B. Düzenli depolama alanına hassas türler
<i>Acacia latifolia</i>	<i>Abies concolor</i>
<i>Acer rubra</i>	<i>Acer saccharum</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Carya ovata</i>
<i>Eucalyptus lehmannii</i>	<i>Cornus florida</i>
<i>Fraxinus pennsylvannii</i>	<i>Malus</i>
<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Picea glauca</i>
<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Picea pungens</i>
<i>Grevillea robusta</i>	<i>Pinus resinosa</i>
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Populus nigra italica</i>
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	<i>Prunus</i>
<i>Myoporum laetum</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Myrica pensylvanica</i>	<i>Quercus velutina</i>
<i>Nyssa sylvatica</i>	<i>Salix sp</i>
<i>Picea abies</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>

Pinus halepensis
Pinus pinea
Pinus strobus
Pinus thunbergii
Pittosporum undulatum
Platanus occidentalis
Populus hybrid
Quercus palustris
Schinus molle
Taxus cuspidata
Ulmus parvifolia

Taxus cuspidata
Thuja
Tilia americana
Ulmus americana
Ulmus fulva

III. SONUÇ

Peyzaj onarımı ile bu düzensiz depolanan alan kentsel açık-yeşil alan sisteminin bir halkası olarak kazanılmış olacaktır. Onarımı yapılarak kazanılacak olan bu alan ile açık yeşil alan sistemlerin kentsel ekolojiye sağladığı yararları katkı da sağlanacaktır. Bitkilendirme planı ekolojik ve maddi olanaklara göre yapılması çevre kirliliğinin azaltılması için önem arz etmektedir. Eski çöp depolama alanının, zorlu koşullarda yetişmesi mümkün olan, kuraklığa dayanıklı odunsu ve otsu bitkisel materyal ile yeşillendirilmesi önemlidir. Eski çöp depolama alanlarının doğaya kazandırılması ile ilgili ülkemizde çok sınırlı çalışmalar yapılmıştır. Potansiyel olarak bitkilendirmeye uygun olabilecek bu sorunlu alanların yeşillendirilmesinde belediyelerin, üniversiteler ile yakın işbirliği yaparak çalışmalarını düzenlemesi başarılı bitkilendirme çalışmaları için gereklidir.

V. KAYNAKLAR

- [1] E. Erdin, Arıtma Çamurunun Deponiye (çöplüğe) İnşaa Edilmesi. İnşaat Dünyası Dergisi, (1992) 32-35.
- [2] Anonim, Vahşi Depolama Alanlarının Islahı Kılavuzu, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara, s. 8-15.
- [3] Anonim, Düzenli Depolama Tesisleri Saha Yönetimi ve İşletme Kılavuzu, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, (2104) 111-114.
- [4] C. Şahin, N. Serin, Isparta Kenti Eski Çöp Depolama Alanının Bitkilendirilmesi Üzerine Araştırmalar, S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A(1) (2008) 121-133.
- [5] E.F. Dilek, Tuzluca-Yır-Mamak Düzensiz Depolama Alanı İçin Peyzaj Onarımının Önemi ve Gereği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 12(4) (2006) 323-332.